心理科学进展 2021, Vol. 29, No. 5, 796–805
Advances in Psychological Science

https://doi.org/10.3724/SP.J.1042.2021.00796

# 空间交互研究新视角：多重社会因素的影响*

肖承丽 隋雨檠 肖苏衡 周仁来

(南京大学社会学院心理学系，南京 210023)

**摘 要** 空间交互是人类生存和社交的重要内容，主要包括语言交流和视角采择两大范畴。对空间交互策略和效率的影响因素的研究，传统上集中于空间因素，近年来逐渐开始关注各种社会因素，包括个体自身的社会认知特质、交互对象的社会属性和空间环境中的社会线索，并从不同角度提出了理论解释。未来研究应关注社会认知与空间认知的跨领域融合，考察更加多元的空间交互对象，最终建立一个整合空间和社会因素的空间交互理论框架。

**关键词** 空间语言交流，视角采择，社会因素，空间认知，社会认知
**分类号** B842

## 1 引言

作为生活在三维空间中的社会动物，高效地与他人进行空间交互(Spatial interaction)，即理解、传递和共享空间信息是人类生存和社交的关键。在远古，我们的祖先与同伴交流猎物的位置；在现代，我们在电话里告诉朋友如何从公交车站走到聚会地点；而在不久的将来，我们还可能指挥机器人为我们服务，比如在传染病疫情中，指挥不会被传染的机器人为病人送药、给病房消毒等。

空间交互是一个基于任务目标、随着任务进展和对方反馈动态发展变化的过程，其首要环节是交互双方就任务目标达成共识，并且从双方视角下对场景进行识别，在此基础上形成包括自我和他人视角下的多种空间参考框架表征，最终完成空间语言的产出和理解(肖承丽 等，2019)。从双方视角进行场景识别涉及到一个重要的认知过程——视角采择，这一过程在人−机器人空间交互中同样重要。有学者认为机器人应同时具备从自己视角和从交互对象的视角来表征空间信息的能力(如 Fischer & Demiris, 2016; Trafton et al., 2005)，只有这样才能实现以人为中心的人−机器人空间交互。因此，对空间交互研究的探讨需包括两大主要研究范畴：空间语言交流(Spatial language communication)和视角采择(Perspective-taking)。

空间交互的三个要素是进行空间交互的主体、对象和空间环境，因此这一过程既涉及到空间认知，又与社会认知密切相关。但是，传统的空间交互研究主要关注空间因素，对社会因素研究较少。以往的大多数研究主要集中在交互双方的空间能力和空间知识(如 Galati et al., 2013; Schober, 2009; Shelton & McNamara, 2004)，以及空间环境特征对交互的影响(如 Li et al., 2011; Richard & Waller, 2013; Shelton & McNamara, 2001)，近年来，一些研究开始探讨社会因素对空间交互的影响，比如人自身的社交能力、交互对象的社会属性以及环境中的社会线索等，并尝试探究社会因素与空间因素的交互作用(如 Galati et al., 2019; Gunalp et al., 2019; Ward et al., 2019)。

本文围绕空间交互研究的两个主要范畴——空间语言交流和视角采择，系统梳理国内外相关研究现状和成果，从空间交互主体、对象和空间环境三个方面对空间交互中社会因素的影响和理论解释展开综述，并对未来的相关研究方向进行展望。

## 2 空间交互研究的范畴

要实现人际间空间信息的交互和理解，最为

收稿日期：2020-07-03
* 江苏高校哲学社会科学研究重大项目(2018SJZDA020)；载人航天第四批预研项目(030602)。
通信作者：肖承丽, E-mail: xiaocl@nju.edu.cn
周仁来, E-mail: rlzhou@nju.edu.cn

直接的方式就是通过语言交流空间信息。但在实现最终的空间信息交流之前，还存在着一个不可忽视的环节——视角采择，这是一种非语言的交互形式，即个体通过想象自己位于对方的空间朝向和位置，理解对方视角下可观察到的空间环境和可获取的空间信息。视角采择本身并不足以独立承担起空间交互的功能，它仅仅是一种对双方视角差异的理解，但这种理解会影响到个体之后的行为反应(如选择从自己还是对方的视角来生成空间语言)，因此它是空间交互中一个十分必要的准备环节。许多做空间语言交互研究的学者都特意把它作为一个重点对象进行探究(如 Cole et al., 2016; Galati et al., 2019; Millett et al., 2019)，因此，空间交互研究涉及两大主要范畴：空间语言交流和视角采择。

### 2.1　空间语言交流：语言产生和语言理解

通过语言交流空间信息是最为常见的空间交互方式，语言的灵活性使我们可以用多种方式进行空间描述，外显地或内隐地去定位物体和人的关系、物体和物体的关系以及物体和所处环境的关系(Tosi et al., 2020)。

空间语言交流包含语言产生和语言理解。Carlson (1999)提出当个体作为指令的发出者去产生空间语言时，首先需要确定空间参考框架(Spatial frame of reference)，这个参考框架既可以基于自己的视角(如“我的左边”)，也可以基于指令接收对象的视角(如“你的右边”)，还可以基于物体或环境等中立的视角(如“汽车的前面”或“河的北面”) (Levinson, 2003)。因此在空间语言产生的研究中，主要探讨的是个体作为空间指令发出者时会如何选择指令的视角。这类研究多采用自由作答范式，被试需要观看实验材料，并以自由报告的方式来描述与材料相关的空间信息，或是完成一个未明确规定视角的中性任务，通过被试报告的语料信息来判断其选择的视角。例如，给被试呈现场景图片，要求被试对图片中的指定物进行空间位置关系描述(Tosi et al., 2020; Tversky & Hard, 2009)；或是要求被试通过语言来指挥目标对象完成房间取物任务等(Carlson et al., 2014)；又或是在有另一个人出现的场景中呈现两歧数字(比如数字“6”，从自己的视角看是“6”，但从对面他人的视角看是“9”)，在不明确规定视角的情况下要求被试报告所看到的数字是什么(Zhao et al., 2015, 2016)。

而在空间语言理解的研究中，主要探究的是个体作为空间信息的接收者时，理解不同视角下空间信息的难易程度(Burigo & Schultheis, 2018; Ryskin et al., 2014, 2016; Vukovic & Williams, 2015)，或会选择从哪个视角来理解模糊的空间信息 (Duran et al., 2011; Galati, Diavastou, & Avraamides, 2018)。比如，合作对象给被试发出“给我左边的文件夹”的任务指令，要求被试去选择相应的文件夹，这条指令是模糊的，因为“左边的”这一描述并没有明确是在谁的左边，因此可通过观察被试的行为来判断其视角的选择。

在空间语言交流中，由于交互双方通常位于不同的空间位置，导致双方从各自视角观察到的空间关系不同(如，面对面的两人，“我的左边”等于“你的右边”)，因此在交流中要求交互双方不断进行视角选择和切换(Tversky et al., 1999)，究竟是什么因素影响着说话者和听话者双方的视角选择和切换是该研究领域的重要关注点(Galati & Avraamides, 2013)。

### 2.2　视角采择：两个层次和两种表征类型

在空间交互过程中，交互双方在生成和理解空间语言之前，仅仅是通过视觉观察对方及其所处的空间环境，就已经能够意识到对方与自己观察到的空间关系不同，并且能够判断对方可以看见什么和看见的场景是怎样的，这涉及到一个重要的空间认知机制——视角采择(肖承丽 等, 2019)。

视角采择即在对自己和他人视角进行区分的基础上，理解他人所看到的世界。视角采择包含视觉视角采择(Visual Perspective Taking, VPT)和空间视角采择(Spatial Perspective Taking, SPT)这两种类型的表征，它们都包含两个层次：层次 1 和层次 2。在视觉视角采择(VPT)中，层次 1 (VPT1)解决遮挡问题，即理解对方可以看见什么；层次 2 (VPT2)解决视角问题，即理解对方看到的内容是怎样的(Flavell et al., 1981)。在空间视角采择(SPT)中，层次 1 (SPT1)解决空间位置判断中的“前后”问题，层次 2 (SPT2)解决“左右”判断问题(Surtees et al., 2013)。

在日常生活中，多数情况下人们的行为是默认从自我中心(Egocentric)出发的(Levelt, 1984; Pick & Lockman, 1981)，这种默认的自我中心效

应在人的成长与发展过程中则体现为：个体在 2 岁时才能够对他人进行层次 1 视角采择，而层次 2 的视角采择能力则出现得更晚，大约在 4 岁时个体才能具备该能力(赵婧 等, 2010; Flavell et al., 1981)。但是人是社会性动物，在生活中常常与他人存在着交互关系和交互行为，已有大量研究证明，当空间中出现另一个人时，自我中心效应会受到来自他人中心(Other-centric)的干扰。Samson 等人(2010)首先通过点视角任务在层次 1 视角采择上证明了他人视角干扰效应(Altercentric intrusion)的存在，并提出层次 1 视角采择可以自发产生的观点。在该研究中，随机要求被试判断从自己或图中人物的视角能看见几个点，结果发现被试在从自己的视角做判断时也会受到图中人物视角的干扰，当从自己视角能看到的点的个数与图中人物视角能看到的点的个数相一致时，反应更快更准确。随后，对于自发性视角采择的探讨拓展到了层次 2 上，研究者们首先通过数字视角任务范式进行实验，结果发现层次 2 视角采择不能自发产生(Surtees et al., 2012; Surtees, Samson, & Apperly, 2016)。但是又有研究者通过其它范式进行研究，如数字视角任务的变式(Elekes et al., 2016; Surtees, Apperly, & Samson, 2016)、心理旋转任务的变式(Ward et al., 2019, 2020)等，发现层次 2 视角采择可以自发产生。

不同于空间语言交流必须通过言语任务进行研究，视角采择的研究范式具有多样性，国内已有学者对现有的范式进行了归纳和分类(张越 等, 2018)，但是不管使用何种范式进行研究，什么因素影响不同类型的视角采择的效率和自发性始终是视角采择领域的核心研究问题(Creem-Regehr et al., 2013; Heyes, 2014)。

## 3　空间交互中社会因素的影响机制

在空间交互的两大主要研究范畴中，重点关注的问题都是影响空间交互策略和效率的因素是什么，以往大多数研究都集中于对空间因素的探讨，近年来的主要研究方向则转移到社会因素上。通过对文献的梳理，我们归纳出空间交互中来自社会因素的影响的 3 个主要方面：个体自身的社会认知特质、交互对象的属性和空间环境中的社会线索(见表 1)。

### 3.1　个体自身的社会认知特质

人的认知会影响行为模式，作为空间交互的主体，个体自身的社会认知特质会影响到空间交互过程。

在空间语言交互过程中，语言的产生和理解都会受到个体的某些特质或偏好的影响，例如，受地形和社会文化的影响，生活在中国南、北方的人有不同的认知风格，南方人更多使用前、后、左、右来表征空间信息，而北方人则更多使用东、南、西、北这样的绝对参照系(刘丽虹 等, 2005; Li & Zhang, 2009)。此外，还有研究发现，个体的空间参考框架偏好会影响空间语言理解(Vukovic & Williams, 2015)，在该研究中，给被试呈现从不同视角拍摄的图片，让被试判断图片与之前听到的语音是否匹配，结果表明若被试的认知偏好是环境中心的，那么不管从哪个视角呈现图片，其反应时都没有显著差异；若被试是自我中心偏好的，那么在听到以“我”为主语的句子时，对从他人视角拍摄的图片反应更快，在听到以“你”为主语的句子时，对从自我视角拍摄的图片反应更快。

在视角采择中，个体的社会认知水平会影响到 2 个层次的视角采择过程。层次 1 的他人干扰效应与人际反应指数(Interpersonal Reactivity Index, IRI)相关，人际共情能力和观点采择能力越好的被试，越容易受到他人视角的影响(Nielsen et al., 2015)。个体的精神病态也会影响到层次 1 视角采择产生的自发性，精神病态越严重，越不会自动采择他人的视角(Drayton et al., 2018)。在层次 2 的视角采择中，一些社会认知能力受损的群体，如自闭症患者，其视角采择能力显著低于常人(Pearson et al., 2013)。有研究者发现个体的共情性关心水平越高，处理自我与他人视角冲突的能力也越强(Mattan et al., 2016)；在层次 2 的空间视角采择任务上，个体的任务表现与其自身的社交技能(Shelton et al., 2012)、沟通能力(Clements-Stephens et al., 2013)和想象力(Muto et al., 2019)存在着显著的正相关。

### 3.2　交互对象的社会属性

空间交互是一种形式的社会互动，在互动中，合作双方会根据合作对象的一些特征来灵活地调整自己的空间描述或空间记忆策略(Galati & Avraamides, 2013; Galati, Panagiotou, et al., 2018;

**表 1　社会因素对空间交互的影响**

| 社会因素 | | 空间语言交流 | 视角采择 |
|---|---|---|---|
| 个体自身的社会认知特质 | | 认知风格(刘丽虹 等, 2005; Li & Zhang, 2009) | 共情能力(Mattan et al., 2016; Nielsen et al., 2015) |
| | | 空间参考框架偏好(Vukovic & Williams, 2015) | 精神病态(Drayton et al., 2018) |
| | | | 自闭症(Pearson et al., 2013) |
| | | | 社交与沟通能力(Clements-Stephens et al., 2013; Shelton et al., 2012) |
| | | | 想象力(Muto et al., 2019) |
| 交互对象的社会属性 | 人/非人属性 | 人 vs. 没有人(Clinton et al., 2018; Tversky & Hard, 2009) | 人 vs. 木块(Samson et al., 2010; Todd et al., 2017) |
| | | 人 vs. 机器人(Carlson et al., 2014; Li et al., 2016; Zhao et al., 2016) | 人 vs. 箭头(Santiesteban et al., 2014) |
| | | | 人 vs. 箭头 vs. 方块(Nielsen et al., 2015) |
| | | | 人 vs. 台灯(Ward et al., 2019) |
| | | | 内群体成员 vs. 外群体成员(Simpson & Todd, 2017) |
| | | | 虚拟同伴 vs. 真实同伴(Elekes et al., 2016, 2017) |
| | 交互对象的能力和状态 | 合作者的视角(Galati et al., 2013) | 交互对象的视线(Cole et al., 2016; Conway et al., 2017; Freundlieb et al., 2018; Furlanetto et al., 2016; Kuhn et al., 2018; Quesque et al., 2018; Samson et al., 2010; Santiesteban et al., 2014; Ward et al., 2020) |
| | | 合作者的空间能力(Schober, 2009) | |
| | | 合作者与目标物是否存在动作交互(Furlanetto et al., 2013; Mazzarella et al., 2012; Tversky & Hard, 2009; Zhao et al., 2016) | |
| 空间环境中的社会线索 | | 空间朝向和合作者朝向的一致性(Galati et al., 2019; Galati & Avraamides, 2015) | 同时包含方向线索和社会线索的交互对象(Gunalp et al., 2019) |
| | | 物体的可供性(Millett et al., 2019) | 任务无关他人的存在(Ward et al., 2019) |

Pouliquen-Lardy et al., 2016), 因此交互对象的社会属性对空间交互过程具有重要的影响。

**3.2.1　交互对象的属性**

当前已有的研究中, 对交互对象属性的划分主要是人和非人的二分划分。当交互对象为人时, 个体更倾向于用交互对象的视角来产生空间语言, 有研究结果表明, 在进行空间关系描述时, 相比于场景中没有人的情况, 当场景中出现另一个人时, 被试选择从对方的视角进行描述的比例会显著升高(Clinton et al., 2018; Tversky & Hard, 2009)。在同样的研究情境下, 当场景中出现的是机器人而非普通物体时, 被试从对方视角进行描述的比例也会增加, 但是增加幅度低于场景中是人的情境(Zhao et al., 2015, 2016)。相一致的, 在发出空间寻物指令时, 当合作对象是人而非机器人时, 人们更倾向于用对方的视角进行描述(Carlson et al., 2014; Li et al., 2016)。

在视角采择的研究中, Samson 等人(2010)发现当场景图片里出现人时, 会产生明显的他人干扰效应, 而当图中人物变为木块时, 他人干扰效应便不存在了, 即个体只会对人产生自发性的视角采择, 而不会对非人的物体进行视角采择。随后有学者沿用该任务范式, 将图中人物变为箭头, 结果却显示箭头和人同样有效地引起了他人干扰效应(Santiesteban et al., 2014)。虽然这些研究结果存在矛盾, 但是毋庸置疑的是, 视角采择对象的属性会影响到层次 1 视角采择产生的自发性。之后又有学者对这一问题进行了更深入的探究, 结

果发现视角采择对象为人、箭头、方块时都会出现他人干扰效应，但是效应量却是由大到小的(Nielsen et al., 2015)。一些研究者通过过程分离程序区分层次 1 视角采择的自动化和控制过程，结果发现自动化过程受采择对象的社会度影响，如果视角采择对象更像人，自动化效果更显著(Todd et al., 2017)。此外，视角采择对象的群体属性也会影响到视角采择过程，若对象为内群体成员，那么个体的自我视角抑制能力会减弱(Simpson & Todd, 2017)。交互对象属性的影响不仅出现在层次 1 中，在层次 2 视角采择上也有所体现。早期研究认为层次 1 视角采择可以自发产生，不需要付出认知努力，而层次 2 的视角采择则是一个需要付出认知努力的过程(Surtees, Samson, & Apperly, 2016)。然而后来有研究者将交互对象从虚拟人物改为共同完成任务的真实同伴，发现层次 2 视角采择是可以自发产生的(Elekes et al., 2016)，甚至出现在 8~10 岁的学龄期儿童身上(Elekes et al., 2017)。同样地，还有一些学者也认为层次 2 视角采择可以自发产生，只是这种自发产生具有社会特异性，个体只会对人进行自发性视角采择，而不会对台灯这样的非人物体进行视角采择(Ward et al., 2019)。

**3.2.2 交互对象的能力和状态**

个体在空间语言交互中选择空间视角时，很大程度上会受到“听众设计” (Audience design)的影响(Clark & Murphy, 1982)，根据交互对象的能力和状态等调整自己的视角选择。比如，被试在知道合作者视角的情况下，更倾向于选择从合作对象的视角来建构参考框架的方向(Galati et al., 2013)。当他们感知到自己的合作对象具有较低的空间能力时，他们更多地选择从对方的视角来进行描述(Schober, 2009)。当对象与目标物体存在动作交互时，被试会更多地选择从对方的视角来描述物体间的关系(Furlanetto et al., 2013; Mazzarella et al., 2012; Tversky & Hard, 2009)。交互对象的状态对视角选择的影响不止体现在人−人交互中，也体现在人−机器人交互中，当个体与机器人有眼神接触或机器人表现出行为意图时，个体会更主动选择机器人的视角(Zhao et al., 2016)。

在视角采择的研究中，对交互对象状态的探究主要集中在视线问题上，即对方是不是能够“看见”。Furlanetto 等人(2016)在点视角任务(Samson et al., 2010)的基础上，给图中人物戴上不同的眼镜，通过眼镜来操纵交互对象的视线，以探究交互对象的视线是否会影响到层次 1 视角采择的自发产生。在该研究中，一种条件下眼镜是透明的，另一种条件下眼镜是不透明的，结果表明交互对象的视线是否被阻挡会影响到被试的任务表现，他人干扰效应仅在虚拟人物佩戴透明眼镜的条件下出现。对于视线的研究以往多集中于层次 1 (Cole et al., 2016; Conway et al., 2017; Furlanetto et al., 2016; Samson et al., 2010; Santiesteban et al., 2014)，近来有学者开始在层次 2 视角采择上探究这一问题，一些研究者使用语义分类任务对层次 2 视角采择中视线的作用进行考察，结果发现当合作者与被试共同看向屏幕上的词汇时，被试会自动地采择合作者的视角，而当合作者戴上非透明眼镜时，这种自发的视角采择效应便消失了(Freundlieb et al., 2018)。然而另一些研究的结果表明，即使他人的视线被遮挡，被试依旧会采择他人的视角(Quesque et al., 2018)，在有时间限制的情况下，无论图中的对象是否看向目标物，都不影响被试对其进行视角采择，而当被试有较多的时间去加工他人的视线时，视角采择的效果会更好(Kuhn et al., 2018; Ward et al., 2020)。

**3.3 空间环境中的社会线索**

以往研究常常将空间线索和社会线索作为两个互相独立的部分进行探究，然而在一些研究中，空间线索或许已经和社会线索存在混淆，近年来也有学者开始关注空间线索和社会线索的交互作用(Galati et al., 2019; Gunalp et al., 2019; Ward et al., 2019)。

在空间语言交互的研究中，已有学者发现来自空间场景结构的线索和来自合作者视角的线索会共同影响空间语言描述(Galati & Avraamides, 2015)。该研究要求两人一组合作完成摆放任务，一人为描述者，另一人为摆放者，描述者先进行场景记忆，然后基于记忆描述各物体的空间位置，隔着屏障指导摆放者完成物体摆放。结果表明，在进行空间语言描述时，若描述者和场景的内部朝向一致，则更多采用自我视角进行描述；若摆放者和场景的内部朝向一致，则描述者更多采用对方的视角进行描述。Galati 等人(2019)还发现，环境中的社会线索也会影响到空间语言理解。该研究给被试呈现具有不同朝向的文件夹，通过计

算机模拟合作者发出模糊的空间指令(如“把右边的文件夹给我”), 要求被试将相应的文件夹拖动给说话者。结果显示, 当文件夹的朝向与说话者一致时, 听话者会更多地从说话者的视角去理解模糊指令(如默认指令中的“右边”是说话者的“右”, 而不是自己的“右”)。此外, 环境中物体构成的特定社会情境能够提供可供性(Affordance), 可供性是指物体为人们提供了一种行为的可能性(如当我们看到楼梯, 它就为我们提供了可以爬上去的功能可供性), 作为社会线索的一种, 它也会影响到空间交互中的视角选择。在空间交互过程中, 个体可以通过物体的可供性来预测他人的行为和意图(Creem-Regehr et al., 2013), 例如, 一些研究人员通过在桌子上摆放电脑、键盘、文件夹等办公用品创设出一个日常办公情境, 且该情境暗含了一个固定的办公位置, 座位前的桌面上摆放着两歧数字, 要求被试报告桌面上的数字是什么。结果发现虽然该位置上没有人, 但是它为被试提供了可以坐在位置上办公的功能可供性, 因此即使该位置没有人, 被试也倾向于采用该位置的视角来进行任务判断(Millett et al., 2019)。

在视角采择的研究中, 尽管研究者们已经通过系统地改变视角采择对象的人/非人属性, 部分探讨了空间因素和社会因素在自发性层次 1 视角采择中的作用(如, 具有非人属性却包含方向线索的箭头同样可以引起自发性视角采择), 但是在某些研究中, 已经证明了简单的几何图形也能激活“心理理论” (Theory of Mind, ToM)的加工(Zwickel, 2009), 并且箭头作为一个日常生活中被过度学习的符号, 不仅仅代表方向性内涵, 还可能包含了意图性的含义(Pellicano & Rhodes, 2003), 此外, 虚拟人的头部也具有空间朝向, 因此以往研究中所使用的视角采择对象或许同时包含了空间线索和社会线索。更为直接的空间与社会线索存在交互作用的证据来自于 Gunalp 等人(2019)的实验, 他们使用空间定向任务进行研究, 先给被试呈现一个包含 7 种物体的空间场景, 要求被试进行记忆, 随后要求被试想像自己站在物体 A 处, 面向 B, 指出 C 的位置。结果发现当物体 A 是具有社会性的虚拟人时, 被试的空间判断角度误差最小, 显著好于物体 A 是箭头(只具有方向线索)或花盆(不具有社会线索, 也不具有方向线索)的条件。随后又将物体 A 替换为椅子, 椅子具有方向性, 其本身属于非人物体, 但是它在日常生活中经常出现, 个体可以想象自己坐在椅子上进行空间判断, 因此它包含了一定的社会线索, 结果发现, 既具有空间线索又包含社会线索的椅子和虚拟人同样有效地提高了被试进行空间定位的准确性。Ward 等人(2019)使用心理旋转任务的变式进行研究, 在场景图片中的桌面上呈现不同旋转角度的字符, 桌边存在一个与任务无关的人物, 结果发现当字符的旋转方向(空间线索)与桌边人物(社会线索)的方向相一致时, 被试的反应更快。

## 4　理论解释

尽管已有若干研究着手考察各种社会因素对空间交互的影响机制, 但大多仍处于对某种特殊现象的探讨阶段, 对其影响机制的理论解释尚不完备, 目前讨论较多的理论包括: 在语言交互领域, 基本达成共识的语言产出模型和最小合作努力原则(The principle of least collaborative effort); 在视角采择领域, 视线线索内隐心理化加工(Implicit mentalizing)和一般领域认知加工(Domain-general cognitive mechanisms 或 Submentalizing)的理论争论。

### 4.1　语言产出模型和最小合作努力原则

语言产出模型认为, 在言语产生过程中, 需要进行概念形成器、构成器、发音器、听觉语音解码器和句法分析器这 5 个部分的加工, 因此, 说话者在产出语言之前, 必须有观点或概念。换言之, 表达相同语义的话语可以通过不同的语言组织结构来进行表达, 当说话者需要产出语言时, 他们首先需要确定以怎样的方式来表达(Levelt, 1989), 具体到空间语言交互, 则为说话者要选择一个视角来作为讲话的基础。

基于语言产出模型提出的最小合作努力原则认为, 交互双方的视角选择并非只为了减少某一方的认知努力, 而是将双方的认知努力作为一个整体来考虑, 通过调整交互中使用的视角来分摊双方的认知努力以达到最小化整体合作努力(Clark & Wilkes-Gibbs, 1986)。因此在进行空间交流时, 说话者和听话者双方都会受到来自自身和对方的社会因素的影响, 灵活地切换视角, 还可能利用空间中的社会线索来易化空间信息的加工过程。自最小合作努力原则被提出以来, 后续的

研究结果都在采用这个原则进行解释，但是这个原则只描述了模糊的总的行为准则，具体是什么因素影响了人们的判断，已有研究仅局部地揭示了拼图的一小部分，缺乏对交互双方和环境中空间、社会因素的整合研究和理论框架。

### 4.2 视线线索内隐心理化加工和一般领域认知加工的争论

关于社会因素对自发性视角采择的影响的研究，背后的本质是两种基本理论假说的争论。

视线线索内隐心理化加工的理论假设认为个体会对拥有心理状态的他人进行自发的层次 1 视角采择，他人干扰效应的出现是由于对他人视线的自动加工，这是一种早期发展的、自动化的、快速高效的心理化过程(Apperly & Butterfill, 2009)。另一种假设则认为，他人干扰效应是由注意力转移导致的一般领域认知加工的结果(Heyes, 2014)，不管视角采择对象是否具有视线，都不影响自发性视角采择的产生。基于这两种理论，视角采择对象的心理状态、视线以及环境中的空间线索都会影响视角采择过程，以往研究多集中在层次 1 上，但是新近研究已经表现出二者之争正在向层次 2 视角采择上扩展的趋势(Kuhn et al., 2018; Ward et al., 2020)。虽然当前研究依然存在诸多矛盾，但是大量研究结果都可以为社会因素影响视角采择的效率和自发性提供实证证据。

## 5 总结与展望

空间交互是人类生活的一个关键组成部分，高效的空间交互对生存和社交具有重要的社会适应意义。以往的研究重视空间因素，忽视社会因素，事实上，来自个体自身的、交互对象的以及空间环境中的社会因素都会对空间交互过程产生重要影响。一些研究已经证明了社会因素在空间交互中的重要作用，但是当前已有研究仍存在一些不足:

首先，空间交互研究的范畴存在不平衡性。具体表现在：在空间语言交流的研究中，多基于说话者或听话者完成单次交互的研究范式，同时考察二者在多轮交互过程中的相关研究比较少，然而在日常生活中，个体与他人的空间交互往往涉及多轮，且双方轮流扮演着说话者和听话者的角色，因此有必要在未来进一步考察在更为复杂的交互过程中听说双方的动态视角选择和切换机制；在视角采择的研究中，关于层次 1 的讨论多集中于视觉类型的表征，而关于层次 2 的讨论则多集中在空间类型的表征，较少有人对两种层次和两种表征类型的视角采择进行整合性研究(Surtees et al., 2013)，未来需要在整合性研究的基础上去比较两种表征类型的异同。

其次，对空间交互对象的划分存在单一性和局限性。以往研究几乎只对空间交互对象进行简单的人/非人的二分划分，然而随着科技的发展，人类的空间交互行为已经从人−人空间交互拓展到了人−机器人空间交互，未来研究应关注更加多元的空间交互对象(如不同类型的机器人)，以探究社会因素在人−机器人空间交互中是否会表现出相同的作用。

再者，对社会因素的探究缺乏系统性，并且存在着重结果、轻理论的现象。现有的研究中，对社会因素的讨论较为零散，在不同方式、不同层次和不同类型的空间交互研究中，所使用的范式各不相同，重点关注的变量也不同，对结果的解释多停留于实验本身，忽视相关理论的解释与建立。未来应系统地研究社会因素在各类空间交互过程中的影响，统合已有的零散发现，勾勒出人类空间交互机制的全貌，并最终建立一个整合空间和社会因素的人类空间交互理论框架。

此外，对于三种社会因素的作用机制的探讨缺乏整体性和延伸性，当前研究几乎都是只关注于某一种社会因素，未来研究可以进一步探讨三种因素的交互作用，更进一步地，可以考察其对空间记忆这种更长时间维度的交互环节的影响。如 Galati 和 Avraamides (2015)发现空间记忆参考方向的建立会受到空间交互中自我、社会、表征这三类线索的影响，他们的研究主要考察了自身视角、合作者视角和空间结构朝向等因素，除此之外，个体的社会认知特质、交互对象的社会属性和空间环境中的社会线索等因素及其交互作用还有待讨论。

最后，以往研究中空间认知和社会认知是两个相对独立的部分，但是近年来一些研究发现，社会拒绝会增加被试的视觉空间视角采择(Knowles, 2014)，视觉空间视角采择会增加个体对他人的信任感且促进对他人的社会观点的采择(Erle et al., 2018)等，这让我们看到了跨领域融合的可能性。更进一步的，已有大量研究证明了社

会观点采择会影响到群际关系(赵显 等, 2012), 那么, 通过操纵个体的视觉空间视角采择经验, 是否可以影响其对他人的社会认知进而影响群际关系？未来对空间–社会跨领域的整合研究将有可能进一步加深对人类认知和行为的理解, 并让认知心理学的研究成果更好地服务于人类社会。

## 参考文献


刘丽虹, 张积家, 王惠萍. (2005). 习惯的空间术语对空间认知的影响. *心理学报, 37*(4), 469–475.

肖承丽, 范丫, 徐刘飞, 周仁来. (2019). 以人为中心的人-机器人自然空间语言交互. *应用心理学, 25*(4), 319–331.

张越, 葛贤亮, 田志强, 葛列众. (2018). 基于空间的一级和二级视角转换的行为研究及理论综述. *心理科学, 41*(2), 504–509.

赵婧, 王璐, 苏彦捷. (2010). 视觉观点采择的发生发展及其影响因素. *心理发展与教育, 26*(1), 107–111.

赵显, 刘力, 张笑笑, 向振东, 付洪岭. (2012). 观点采择: 概念、操纵及其对群际关系的影响. *心理科学进展, 20*(12), 2079–2088.

Apperly, I. A., & Butterfill, S. A. (2009). Do humans have two systems to track beliefs and belief-like states? *Psychological Review, 116*(4), 953–970.

Burigo, M., & Schultheis, H. (2018). The effects of direction and orientation of located objects on spatial language comprehension. *Language and Cognition, 10*(2), 298–328.

Carlson, L. A. (1999). Selecting a reference frame. *Spatial Cognition and Computation, 1*, 365–379.

Carlson, L. A., Skubic, M., Miller, J., Huo, Z., & Alexenko, T. (2014). Strategies for human-driven robot comprehension of spatial descriptions by older adults in a robot fetch task. *Topics in Cognitive Science, 6*(3), 513–533.

Clark, H. H., & Murphy, G. L. (1982). Audience design in meaning and reference. *Advances in Psychology, 9*, 287–299.

Clark, H. H., & Wilkes-Gibbs, D. (1986). Referring as a collaborative process. *Cognition, 22*(1), 1–39.

Clements-Stephens, A. M., Vasiljevic, K., Murray, A. J., & Shelton, A. L. (2013). The role of potential agents in making spatial perspective taking social. *Frontiers In Human Neuroscience, 7*, 497.

Clinton, J. A., Magliano, J. P., & Skowronski, J. J. (2018). Gaining perspective on spatial perspective taking. *Journal of Cognitive Psychology, 30*(1), 85–97.

Cole, G. G., Atkinson, M., Le, A. T. D., & Smith, D. T. (2016). Do humans spontaneously take the perspective of others? *Acta Psychologica, 164*, 165–168.

Conway, J. R., Lee, D., Ojaghi, M., Catmur, C., & Bird, G. (2017). Submentalizing or mentalizing in a level 1 perspective-taking task: A cloak and goggles test. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 43*(3), 454–465.

Creem-Regehr, S. H., Gagnon, K. T., Geuss, M. N., & Stefanucci, J. K. (2013). Relating spatial perspective taking to the perception of other's affordances: Providing a foundation for predicting the future behavior of others. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 596.

Drayton, L. A., Santos, L. R., & Baskin-Sommers, A. (2018). Psychopaths fail to automatically take the perspective of others. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 115*(13), 3302–3307.

Duran, N. D., Dale, R., & Kreuz, R. J. (2011). Listeners invest in an assumed other's perspective despite cognitive cost. *Cognition, 121*(1), 22–40.

Elekes, F., Varga, M., & Király, I. (2016). Evidence for spontaneous level-2 perspective taking in adults. *Consciousness and cognition, 41*, 93–103.

Elekes, F., Varga, M., & Király, I. (2017). Level-2 perspectives computed quickly and spontaneously: Evidence from eight-to 9.5-year-old children. *British Journal of Developmental Psychology, 35*(4), 609–622.

Erle, T. M., Ruessmann, J. K., & Topolinski, S. (2018). The effects of visuo-spatial perspective-taking on trust. *Journal of Experimental Social Psychology, 79*, 34–41.

Fischer, T., & Demiris, Y. (2016, May). *Markerless perspective taking for humanoid robots in unconstrained environments*. Paper presented at the meeting of IEEE International Conference on Robotics and Automation, Stockholm, Sweden.

Flavell, J. H., Everett, B. A., Croft, K., & Flavell, E. R. (1981). Young children's knowledge about visual perception: Further evidence for the level 1-level 2 distinction. *Developmental Psychology, 17*(1), 99–103.

Freundlieb, M., Kovács, Á. M., & Sebanz, N. (2018). Reading your mind while you are reading—Evidence for spontaneous visuospatial perspective taking during a semantic categorization task. *Psychological Science, 29*(4), 614–622.

Furlanetto, T., Becchio, C., Samson, D., & Apperly, I. A. (2016). Altercentric interference in level 1 visual perspective taking reflects the ascription of mental states, not submentalizing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 42*(2), 158–163.

Furlanetto, T., Cavallo, A., Manera, V., Tversky, B., & Becchio, C. (2013). Through your eyes: Incongruence of gaze and action increases spontaneous perspective taking. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 455.

Galati, A., & Avraamides, M. N. (2013). Flexible spatial perspective-taking: Conversational partners weigh multiple cues in collaborative tasks. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 618.

Galati, A., & Avraamides, M. N. (2015). Social and representational cues jointly influence spatial perspective-taking. *Cognitive Science, 39*(4), 739–765.

Galati, A., Dale, R., & Duran, N. D. (2019). Social and configural effects on the cognitive dynamics of perspective-taking. *Journal of Memory and Language, 104*, 1–24.

Galati, A., Diavastou, A., & Avraamides, M. N. (2018). Signatures of cognitive difficulty in perspective-taking: Is the egocentric perspective always the easiest to adopt? *Language, Cognition and Neuroscience, 33*(4), 467–493.

Galati, A., Michael, C., Mello, C., Greenauer, N. M., &

Avraamides, M. N. (2013). The conversational partner's perspective affects spatial memory and descriptions. *Journal of Memory and Language, 68*(2), 140–159.

Galati, A., Panagiotou, E., Tenbrink, T., & Avraamides, M. N. (2018). Dynamic strategy selection in collaborative spatial tasks. *Discourse Processes, 55*(8), 643–665.

Gunalp, P., Moossaian, T., & Hegarty, M. (2019). Spatial perspective taking: Effects of social, directional, and interactive cues. *Memory & Cognition, 47*, 1031–1043.

Heyes, C. (2014). Submentalizing: I am not really reading your mind. *Perspectives on Psychological Science, 9*(2), 131–143.

Knowles, M. L. (2014). Social rejection increases perspective taking. *Journal of Experimental Social Psychology, 55*, 126–132.

Kuhn, G., Vacaityte, I., D'Souza, A. D. C., Millett, A. C., & Cole, G. G. (2018). Mental states modulate gaze following, but not automatically. *Cognition, 180*, 1–9.

Levelt, W. J. M. (1984). Some perceptual limitations on talking about space. In A. J. van Doorn, W. A. van der Grindand, & J. J. Koenderink (Eds.), *Limits in perception* (pp. 323–358). VNU Science Press.

Levelt, W. J. M. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. MIT Press.

Levinson, S. C. (2003). *Space in language and cognition: Explorations in cognitive diversity*. Cambridge University Press.

Li, J., & Zhang, K. (2009). Regional differences in spatial frame of reference systems for people in different areas of China. *Perceptual And Motor Skills, 108*(2), 587–596.

Li, S., Scalise, R., Admoni, H., Rosenthal, S., & Srinivasa, S. S. (2016, August). *Spatial references and perspective in natural language instructions for collaborative manipulation*. Paper presented at the meeting of the 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, New York, NY.

Li, X., Carlson, L. A., Mou, W., Williams, M. R., & Miller, J. E. (2011). Describing spatial locations from perception and memory: The influence of intrinsic axes on reference object selection. *Journal of Memory and Language, 65*(2), 222–236.

Mattan, B. D., Rotshtein, P., & Quinn, K. A. (2016). Empathy and visual perspective-taking performance. *Cognitive Neuroscience, 7*(1–4), 170–181.

Mazzarella, E., Hamilton, A., Trojano, L., Mastromauro, B., & Conson, M. (2012). Observation of another's action but not eye gaze triggers allocentric visual perspective. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *65*(12), 2447–2460.

Millett, A. C., D'Souza, A. D. C., & Cole, G. G. (2019). Attribution of vision and knowledge in "spontaneous perspective taking". *Psychological Research, 84*, 1758–1765.

Muto, H., Matsushita, S., & Morikawa, K. (2019). Object's symmetry alters spatial perspective-taking processes. *Cognition, 191*, 103987.

Nielsen, M. K., Slade, L., Levy, J. P., & Holmes, A. (2015). Inclined to see it your way: Do altercentric intrusion effects in visual perspective taking reflect an intrinsically social process? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 68*(10), 1931–1951.

Pearson, A., Ropar, D., & de C Hamilton, A. F. (2013). A review of visual perspective taking in autism spectrum disorder. *Frontiers In Human Neuroscience, 7*, 652.

Pellicano, E., & Rhodes, G. (2003). The role of eye-gaze in understanding other minds. *British Journal of Developmental Psychology, 21*(1), 33–43.

Pick, H. L., & Lockman, J. J. (1981). From frames of reference to spatial representations. In L. S. Liben, A. H. Patterson, & N. Newcombe (Eds.), *Spatial representation and behaviour across the life span: Theory and application* (pp. 39–60). Academic Press.

Pouliquen-Lardy, L., Milleville-Pennel, I., Guillaume, F., & Mars, F. (2016). Remote collaboration in virtual reality: Asymmetrical effects of task distribution on spatial processing and mental workload. *Virtual Reality, 20*, 213–220.

Quesque, F., Chabanat, E., & Rossetti, Y. (2018). Taking the point of view of the blind: Spontaneous level-2 perspective-taking in irrelevant conditions. *Journal of Experimental Social Psychology, 79*, 356–364.

Richard, L., & Waller, D. (2013). Toward a definition of intrinsic axes: The effect of orthogonality and symmetry on the preferred direction of spatial memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 39*(6), 1914–1920.

Ryskin, R. A., Brown-Schmidt, S., Canseco-Gonzalez, E., Yiu, L. K., & Nguyen, E. T. (2014). Visuospatial perspective-taking in conversation and the role of bilingual experience. *Journal of Memory and Language, 74*, 46–79.

Ryskin, R. A., Wang, R. F., & Brown-Schmidt, S. (2016). Listeners use speaker identity to access representations of spatial perspective during online language comprehension. *Cognition, 147*, 75–84.

Samson, D., Apperly, I. A., Braithwaite, J. J., Andrews, B. J., & Bodley Scott, S. E. (2010). Seeing it their way: Evidence for rapid and involuntary computation of what other people see. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 36*(5), 1255–1266.

Santiesteban, I., Catmur, C., Hopkins, S. C., Bird, G., & Heyes, C. (2014). Avatars and arrows: Implicit mentalizing or domain-general processing? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 40*(3), 929–937.

Schober, M. F. (2009). Spatial dialogue between partners with mismatched abilities. In K.R. Coventry, T. Tenbrink, & J. A. Bateman (Eds.), *Spatial language and dialogue* (pp. 23–39). Oxford University Press.

Shelton, A. L., Clements-Stephens, A. M., Lam, W. Y., Pak, D. M., & Murray, A. J. (2012). Should social savvy equal good spatial skills? The interaction of social skills with spatial perspective taking. *Journal of Experimental Psychology: General, 141*(2), 199–205.

Shelton, A. L., & McNamara, T. P. (2001). Visual memories from nonvisual experiences. *Psychological Science, 12*(4), 343–347.

Shelton, A. L., & McNamara, T. P. (2004). Spatial memory

and perspective taking. *Memory & Cognition, 32*, 416–426.
Simpson, A. J., & Todd, A. R. (2017). Intergroup visual perspective-taking: Shared group membership impairs self-perspective inhibition but may facilitate perspective calculation. *Cognition, 166*, 371–381.
Surtees, A., Apperly, I. A., & Samson, D. (2013). Similarities and differences in visual and spatial perspective-taking processes. *Cognition, 129*(2), 426–438.
Surtees, A., Apperly, I. A., & Samson, D. (2016). I've got your number: Spontaneous perspective-taking in an interactive task. *Cognition, 150*, 43–52.
Surtees, A. D. R., Butterfill, S. A., & Apperly, I. A. (2012). Direct and indirect measures of Level-2 perspective-taking in children and adults. *British Journal of Developmental Psychology, 30*(1), 75–86.
Surtees, A., Samson, D., & Apperly, I. A. (2016). Unintentional perspective-taking calculates whether something is seen, but not how it is seen. *Cognition, 148*, 97–105.
Todd, A. R., Cameron, C. D., & Simpson, A. J. (2017). Dissociating processes underlying level-1 visual perspective taking in adults. *Cognition, 159*, 97–101.
Tosi, A., Pickering, M. J., & Branigan, H. P. (2020). Speakers' use of agency and visual context in spatial descriptions. *Cognition, 194*, 104070.
Trafton, J. G., Cassimatis, N. L., Bugajska, M. D., Brock, D. P., Mintz, F. E., & Schultz, A. C. (2005). Enabling effective human-robot interaction using perspective-taking in robots. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans, 35*(4), 460–470.
Tversky, B., & Hard, B. M. (2009). Embodied and disembodied cognition: Spatial perspective-taking. *Cognition, 110*(1), 124–129.
Tversky, B., Lee, P., & Mainwaring, S. (1999). Why do speakers mix perspectives? *Spatial Cognition and Computation, 1*, 399–412.
Vukovic, N., & Williams, J. N. (2015). Individual differences in spatial cognition influence mental simulation of language. *Cognition, 142*, 110–122.
Ward, E., Ganis, G., & Bach, P. (2019). Spontaneous vicarious perception of the content of another's visual perspective. *Current Biology, 29*(5), 874–880.
Ward, E., Ganis, G., McDonough, K. L., & Bach, P. (2020). Perspective taking as virtual navigation? Perceptual simulation of what others see reflects their location in space but not their gaze. *Cognition, 199*, 104241.
Zhao, X., Cusimano, C., & Malle, B. F. (2015, July). *In search of triggering conditions for spontaneous visual perspective taking.* Paper presented at the meeting of the 37th Annual Conference of the Cognitive Science Society, Pasadena, CA.
Zhao, X., Cusimano, C., & Malle, B. F. (2016, March). *Do people spontaneously take a robot's visual perspective?* Paper presented at the meeting of the 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Christchurch, New Zealand.
Zwickel, J. (2009). Agency attribution and visuospatial perspective taking. *Psychonomic Bulletin & Review, 16*, 1089–1093.

## A new perspective on spatial interaction research: The effects of multiple social factors

XIAO Chengli, SUI Yuqing, XIAO Suheng, ZHOU Renlai

(*Department of Psychology, School of Social and Behavior Sciences, Nanjing University, Nanjing* 210023, *China*)

**Abstract:** Spatial interaction is critical for the survival and social interaction of human beings, including domains of language communication and perspective-taking. Traditionally, studies on strategy selection and efficacy of spatial interaction focus on the effects of spatial factors. However, recent studies investigated multiple social factors, including an individual's social cognitive traits, the partners' social attributes, and social cues in the spatial environments. Theoretical explanations have been proposed from different approaches. Future studies should endeavor research in the intersection of social and spatial cognition, employ interaction partners varying in social attributes, and aim at constructing a theoretical framework integrating spatial and social factors.

**Key words:** spatial language communication, perspective-taking, social factors, spatial cognition, social cognition